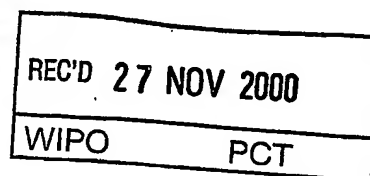


DE 00/2950

EJU



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**BEST AVAILABLE COPY**

**Aktenzeichen:** 199 45 813.8  
**Anmeldetag:** 24. September 1999  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine  
**IPC:** F 02 B, F 02 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. November 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Seller

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

12.08.99 Go/Da

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einen Brennraum geleitet und dort verbrannt wird.

15

Das Betreiben von Brennkraftmaschinen bei ungünstigen Betriebsbedingungen kann dazu führen, daß sich Ablagerungen im Brennraum bilden. Insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit direkter Kraftstoffeinspritzung können sich insbesondere auf den Einspritzventilen bzw. auf der Spitze der Einspritzventile Ablagerungen bilden, die sich ungünstig auf die Verbrennung auswirken können. In der Regel spricht man von einer Verkokung der Einspritzventile.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mit dem auf einfache Weise Ablagerungen in den Brennräumen der Brennkraftmaschine erkannt und entfernt werden.

30

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

### Vorteile der Erfindung

5 Der besonders große Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß mit einfachen Mitteln der Brennraum über die gesamte Lebensdauer der Brennkraftmaschine frei von Ablagerungen gehalten werden kann, wodurch immer optimale Bedingungen für eine gute Verbrennung gegeben sind.

10 Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß durch die Wassereinspritzung die Verbrennungstemperatur abgesenkt wird und damit verbunden auch die NOx-Emission geringer wird. Weiterhin wird durch den Wasserdampfdruck des aufgrund der hohen Temperatur im Brennraum verdampften Wassers der  
15 thermodynamische Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine verbessert.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich in Verbindung mit den Unteransprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung  
20 von Ausführungsbeispielen.

### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher  
erläutert.

Die Figur 1 zeigt schematisch eine Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einem Steuergerät.

30 Die Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Figur 3 zeigt schematisch eine Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einem Steuergerät und mit einer  
35

Vorrichtung mit der Wasser oder eine beliebige andere Reinigungsflüssigkeit der angesaugten Verbrennungsluft zugesetzt werden kann.

5

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10

In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin und her bewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, an den über Ventile 5 ein Ansaugrohr 6 und ein Abgasrohr 7, angeschlossen sind. Des Weiteren sind mit Brennraum 4 ein mit einem Signal TI ansteuerbares Einspritzventil 8 und eine mit einem Signal ZW ansteuerbare Zündkerze 9 verbunden.

15

20

Das Ansaugrohr 6 ist mit einem Luftmassensensor 10 und das Abgasrohr 7 mit einem Lambda-Sensor 11 versehen. Der Luftmassensensor 10 mißt die Luftmasse der dem Ansaugrohr 6 zugeführten Frischluft und erzeugt in Abhängigkeit davon ein Signal LM. Der Lambda-Sensor 11 mißt den Sauerstoffgehalt des Abgases in dem Abgasrohr 7 und erzeugt in Abhängigkeit davon ein Signal Lambda.

In dem Ansaugrohr 6 ist eine Drosselklappe 12 untergebracht, deren Drehstellung mittels eines Signals DK einstellbar ist.

30

In einer ersten Betriebsart, dem Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 12 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 8 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 9 der Kraftstoff entzündet, so daß der Kolben 2 in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird.

35

In einer zweiten Betriebsart, dem Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 12 in Abhängigkeit von der erwünschten, zugeführten Luftmasse teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 8 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit im Brennraum 4 im wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das Kraftstoff-/Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze 9 entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben 2 angetrieben.

Im Schichtbetrieb wie auch im homogenen Betrieb wird durch den angetriebenen Kolben eine Kurbelwelle 14 in eine Drehbewegung versetzt, über die letztendlich die Räder des Kraftfahrzeugs angetrieben werden. Auf der Kurbelwelle 14 ist ein Zahnrad 16 angeordnet, dessen Zähne von einem unmittelbar gegenüber angeordneten Drehzahlsensor 15 abgetastet werden. Der Drehzahlsensor 15 erzeugt ein Signal, aus dem die Drehzahl N der Kurbelwelle 14 ermittelt wird.

Die im Schichtbetrieb und im Homogenbetrieb von dem Einspritzventil 8 in den Brennraum eingespritzte Kraftstoffmasse wird von einem Steuergerät 16 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 16 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Read Only Memory (ROM) ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die gesamte Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine 1 durchzuführen.

Das Steuergerät 16 ist von Eingangssignalen beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine darstellen. Beispielsweise ist das

5 Steuergerät 16 mit dem Luftmassensensor 10, dem Lambda-Sensor 11 und dem Drehzahlsensor 15 verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 16 mit einem Fahrpedalsensor 17 verbunden, der ein Signal FP erzeugt, daß die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das von

10 dem Fahrer angeforderte Moment angibt. Das Steuergerät 16 erzeugt Ausgangssignale, mit den über Aktoren das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 entsprechend der erwünschten Steuerung und/oder Regelung beeinflußt werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 16 mit dem

15 Einspritzventil 8, der Zündkerze 9 und der Drosselklappe 12 verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale TI, ZW und DK.

Die Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen

20 Verfahrens, insbesondere für eine Brennkraftmaschine mit Benzindirekteinspritzung.

Nach einem Start des Verfahrens wird in einem Schritt 210 überprüft, ob Schichtbetrieb vorliegt. Solange kein Schichtbetrieb gegeben ist, wird diese Abfrage fortlaufend durchgeführt. Ist dagegen der Schichtbetrieb gegeben, wird in einem Schritt 220 überprüft, ob in der Betriebsart Schichtbetrieb Verbrennungsaussetzer auftreten. Können keine Verbrennungsaussetzer festgestellt werden, so wird zu

30 Schritt 210 zurückgesprungen. Werden dagegen Verbrennungsaussetzer erkannt, dann wird in einem Schritt 230 mit Hilfe des Steuergeräts 16 von der Betriebsart Schichtbetrieb in die Betriebsart Homogenbetrieb umgeschaltet.

Im Schritt 240 wird wie bereits im Schritt 220 in der Betriebsrat Homogenbetrieb geprüft, ob Verbrennungsaussetzer auftreten. Werden keine Verbrennungsaussetzer festgestellt, dann wird in einem Schritt 250 daraus geschlossen, daß die Einspritzventile verkocht bzw. sich Ablagerungen auf den Einspritzventilen gebildet haben.

Ablagerungen auf den Einspritzventilen können dazu führen, daß die bei der Benzindirekteinspritzung wichtige Strahlaufbereitung gestört wird. Es wird zwar noch annähernd die gleiche Kraftstoffmenge in den Brennraum 4 eingespritzt, aber die Strahlform bzw. Strahlführung kann aufgrund der Ablagerungen verändert sein. Dies hat insbesondere im Schichtbetrieb negative Auswirkungen, da zum Zündzeitpunkt keine zündfähige Luft-/Kraftstoff-Wolke in der unmittelbaren Umgebung der Zündkerze 9 vorhanden ist, wodurch Verbrennungsaussetzer auftreten oder gar keine Verbrennung mehr stattfindet. Im Homogenbetrieb stört eine geringfügige Verkokung der Einspritzventile 8 wenig, da hier die Verbrennung nicht wesentlich von der Strahlführung des eingespritzten Kraftstoffs abhängt. Der Kraftstoff wird frühzeitig, bereits während der Ansaugphase eingespritzt, wodurch ausreichend Zeit für eine gleichmäßige Verteilung vorhanden ist.

In einem Schritt 260 werden Maßnahmen eingeleitet, um die Ablagerungen auf den Einspritzventilen 8 zu entfernen.

Beispielsweise kann eine klopfende Verbrennung herbeigeführt werden. Untersuchungen an Brennkraftmaschinen, die mit klopfender Verbrennung betrieben wurden, ergaben, daß diese Brennkraftmaschinen sehr sauberere Brennräume aufwiesen. Dieser Effekt wird in dieser Erfindung ausgenutzt.

Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch die klopfende Verbrennung Druckschwingungen erzeugt werden, die sich dem normalen Druckverlauf überlagern. Durch die zusätzlichen Druckschwingungen werden starke hochfrequente Vibrationen erzeugt, wodurch die Ablagerungen im Brennraum 4 und insbesondere auf den Düsen der Einspritzventile 8 entfernt werden können. Die klopfende Verbrennung muß zeitlich begrenzt werden, um Schäden an der Brennkraftmaschine 1 zu vermeiden.

In Verbindung mit der klopfenden Verbrennung oder auch als selbständige Methode kann auch Wasser oder eine beliebige andere Reinigungsflüssigkeit der angesaugten Verbrennungsluft zugesetzt werden, wodurch ein ähnlicher Reinigungseffekt wie bei der klopfenden Verbrennung erzielt werden kann. Untersuchungen an Brennkraftmaschinen, bei denen Wasser in den Brennraum 4 z.B. über ein undichte Zylinderkopfdichtung eingedrungen oder auch zusätzlich eingespritzt wurde, ergaben, daß diese Brennkraftmaschinen immer besonders sauberere Brennräume aufwiesen. Dieser Effekt wird in dieser Erfindung ausgenutzt.

Nachdem die Brennraumreinigung durchgeführt wurde, wird wieder in den Schichtbetrieb umgeschaltet, um zu überprüfen, ob die Brennkraftmaschine 1 ohne Aussetzer läuft. Werden wieder Aussetzer festgestellt kann beispielsweise das Verfahren wieder neu gestartet werden.

Vorsorglich bzw. zur Vermeidung der Entstehung von Ablagerungen im Brennraum kann auch in vorbestimmten Zeitabständen eine klopfende Verbrennung durchgeführt und/oder Wasser dem Kraftstoff zugesetzt werden.

Wurden in Schritt 240 auch im Homogenbetrieb Verbrennungsaussetzer erkannt, so wird in Schritt 270 ein



weiteres Diagnoseverfahren gestartet. Die  
Verbrennungsaussetzer können in diesem Fall nicht mehr  
allein auf Ablagerungen auf den Düsen der Einspritzventile  
zurückzuführen sein. Beispielsweise können diese  
5 Verbrennungsaussetzer auch durch ein nicht mehr kontrolliert  
öffnendes Einspritzventil 8 oder eine defekte Zündkerze 9  
verursacht sein. Eine Verkokung der Einspritzventile 9 kann  
in diesem Fall jedoch auch nicht ganz ausgeschlossen werden.  
Auf jeden Fall müssen die Ursachen für diese  
10 Verbrennungsaussetzer durch weitere Diagnoseverfahren weiter  
eingegrenzt werden. Eine entsprechende Abspeicherung der  
Fehler in einem Fehlerspeicher, kann bei späteren  
Reparaturarbeiten hilfreich sein, um eine genaue Diagnose zu  
erstellen.

15 Die Figur 3 zeigt eine Brennkraftmaschine 1 mit einem  
Steuergerät 16, wie bereits in der Figur 1 abgebildet und  
mit einer Vorrichtung mit der Wasser oder eine beliebige  
andere Reinigungsflüssigkeit dem Kraftstoff zugesetzt werden  
20 kann. Der Einfachheit halber wurden die Bezugszeichen der  
Figur 1 für gleiche Teile übernommen.

Ein Wasserbehälter 18 ist zusätzlich an der  
Brennkraftmaschine 1 angeordnet. Am Wasserbehälter 18 ist  
ein Ventil 19 angeordnet, das mit Hilfe des Steuergeräts 16  
angesteuert werden kann. Das Ventil 19 ist mit einer  
Einspritzdüse 20 verbunden. Mit Hilfe der Düse 20 kann bei  
Betätigung des Ventils 19 Wasser direkt in das Ansaugrohr 6  
gelangen.

30 Werden beispielsweise vom Steuergerät 16 Ablagerungen auf  
den Einspritzventilen 8 erkannt, so wird ein Signal WA  
erzeugt, mit dem das Ventil 19 angesteuert bzw. geöffnet  
wird. Aufgrund des Unterdrucks das in der Regel im  
35 Ansaugrohr 6 herrscht, wird nun bei geöffnetem Ventil 19

Wasser aus dem Wasserbehälter 18 durch das Ventil 19 und der  
Düse 20 in das Saugrohr 6 eingeleitet. Das Wasser im  
Saugrohr 6 gelangt beim nächsten Ansaugvorgang der  
Brennkraftmaschine 1 in den Brennraum 4. Dort vermischt sich  
5 das Wasser mit dem während des Einspritzvorgangs in den  
Brennraum 4 gelangenden Luft und Kraftstoff. Aufgrund der  
hohen Temperatur im Brennraum 4 verdampft das Wasser sofort  
und trägt zur Reinigung des Brennraums bei.

10 Obwohl als Ausführungsbeispiel eine Brennkraftmaschine mit  
Benzindirekteinspritzung (BDE) gewählt wurde, ist es  
durchaus möglich, dieses Verfahren in etwas modifizierter  
Weise auch auf andere Brennkraftmaschinen wie z.B. einer  
Diesel-Brennkraftmaschine oder einer Brennkraftmaschine mit  
15 Saugrohreinspritzung (SRE) anzuwenden.

12.08.99 Go/Da

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einen Brennraum (4) geleitet und dort verbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Aussetzererkennung auf Ablagerungen im Brennraum (4) geschlossen wird und im Folgenden gezielt Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4) eingeleitet werden.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1 in Verbindung mit einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), bei dem Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Kompressionsphase mit Hilfe von Einspritzventilen (8) direkt in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) gespritzt wird und bei dem fortlaufend eine Aussetzererkennung durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennen von Aussetzern während des Betriebs der Brennkraftmaschine (1) in der ersten Betriebsart, anschließend in die zweite Betriebsart umgeschaltet wird und wenn in der zweiten Betriebsart keine Aussetzer auftreten, auf Ablagerungen auf den Düsen der Einspritzventile (8) bzw. auf eine Verkokung der Einspritzventile (8) geschlossen wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reinigung des Brennraums (4) eine klopfende Verbrennung herbeigeführt und/oder eine

Reinigungsflüssigkeit der angesaugten Verbrennungsluft  
zugesetzt wird.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch kennzeichnet, daß als  
Reinigungsflüssigkeit Wasser verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4) für eine  
vorbestimmte Zeitdauer durchgeführt werden.

10 6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4) so lange  
durchgeführt werden, bis keine Ablagerungen im Brennraum (4)  
mehr erkannt werden.

15 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4),  
insbesondere die klopfende Verbrennung nur solange  
durchgeführt werden, wie keine Schädigung der  
20 Brennkraftmaschine (1) zu erwarten ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4)  
vorbeugend in vorbestimmten Zeitintervallen für eine  
vorbestimmte Zeitdauer durchgeführt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1 in Verbindung mit einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), bei dem  
Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer  
30 Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer  
Kompressionsphase mit Hilfe von Einspritzventilen (8) direkt  
in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) gespritzt wird  
und bei dem fortlaufend eine Aussetzererkennung durchgeführt  
wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennen von  
35 Aussetzern während des Betriebs der Brennkraftmaschine (1)

in der ersten Betriebsart, anschließend in die zweite Betriebsart umgeschaltet wird und wenn in der zweiten Betriebsart auch Aussetzer auftreten, auf einen allgemeinen Fehler geschlossen wird und weitere Diagnoseverfahren zum  
5 Eingrenzen der Fehlerursachen gestartet werden.

10. Verfahren nach wenigstens Anspruch 1, gekennzeichnet durch seine Anwendung bei einer Diesel-Brennkraftmaschine.

10 11. Computerprogramm das während eines Ablaufs auf einem Computer wenigstens einen der Schritte nach den Ansprüchen 1 bis 9 ausführen kann.

15 12. Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Mittel vorhanden sind, die Ablagerungen im Brennraum (4) erkennen und daraufhin gezielt Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4) einleiten.

12.08.99 Go/Da

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

10

Das Betreiben von Brennkraftmaschinen bei ungünstigen Betriebsbedingungen kann dazu führen, daß sich Ablagerungen im Brennraum (4) bilden. Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, bei dem

15

Kraftstoff in einen Brennraum (4) geleitet und dort verbrannt wird, wobei bei Erkennen von Ablagerungen im Brennraum (4) gezielt Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums (4) eingeleitet werden, wobei insbesondere eine klopfende Verbrennung herbeigeführt und/oder eine

20

Reinigungsflüssigkeit der angesaugten Verbrennungsluft zugesetzt wird.

(Fig. 1).

Fig. 1

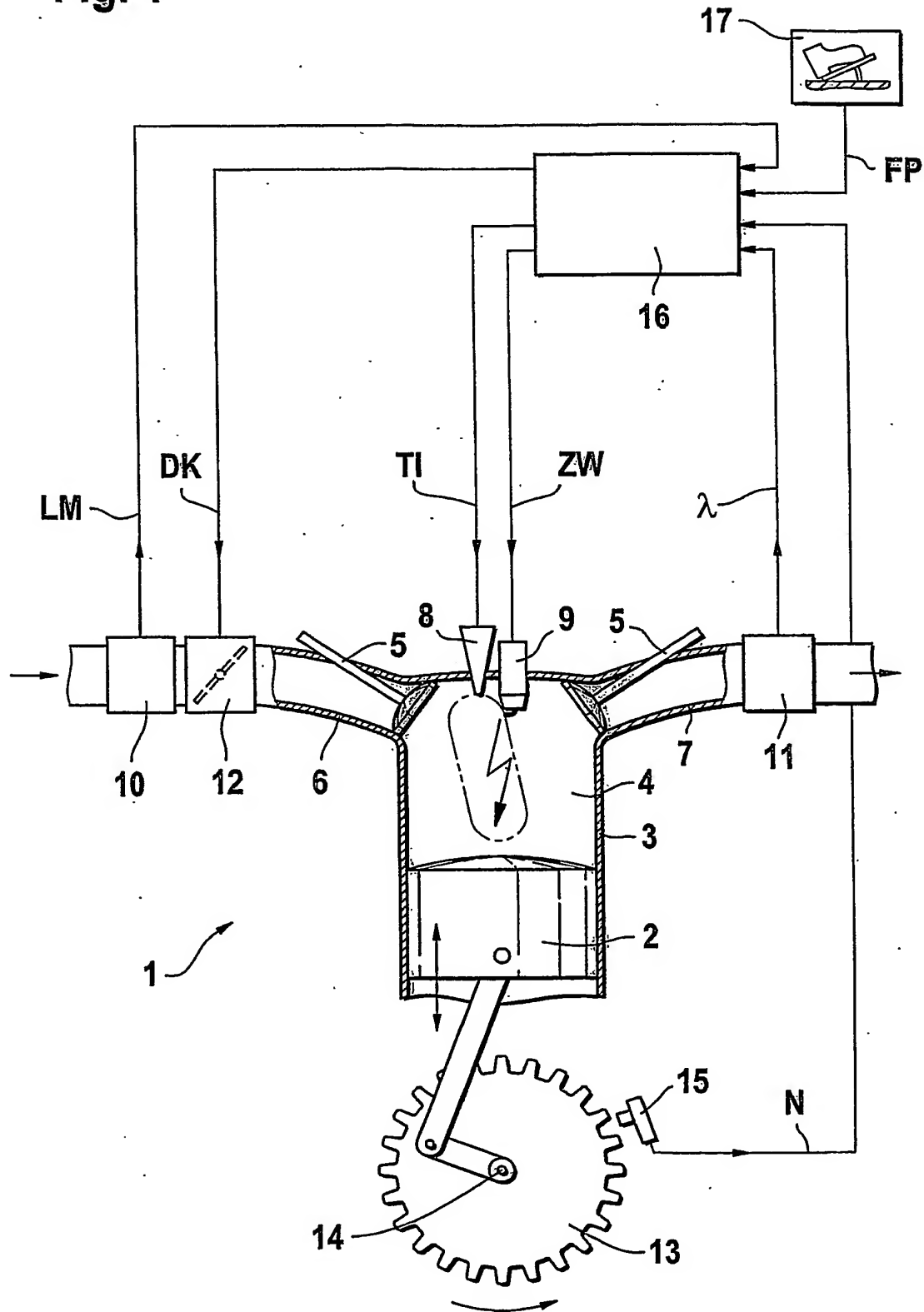


Fig. 2

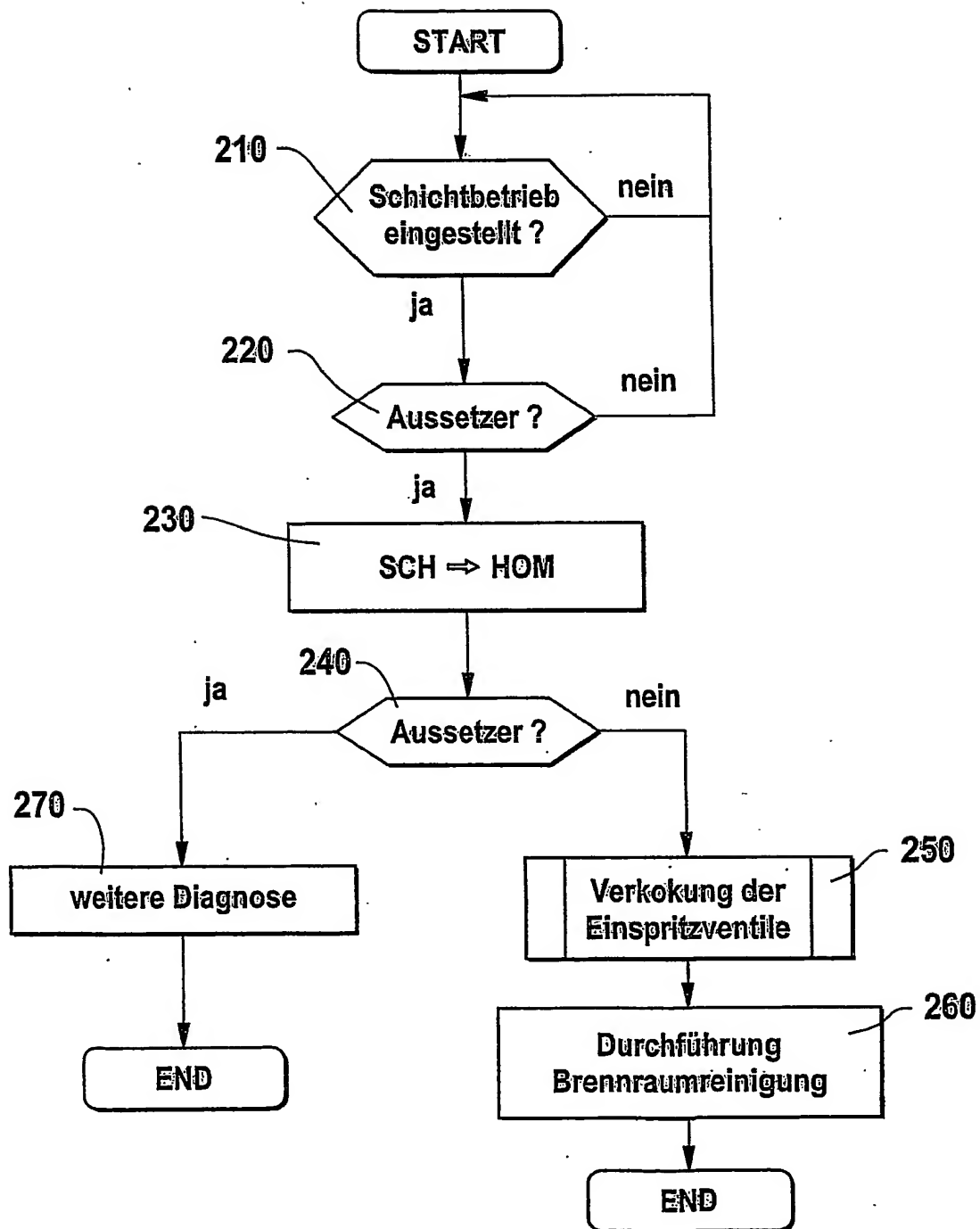




Fig. 3

